



بررسی ترکیبات موجود در گیاه گیشنیز قبل و بعد از تیمار با هورمون‌های کینتین، متیل جاسمونات، ایندول ۳ بوتیریک اسید پریا پیماندار^۱

۱- گروه شیمی دارویی واحد تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکز، ایران. ایمیل: pariya.peymandar@gmail.com

چکیده

هدف اصلی در این تحقیق بررسی غلظت‌های هورمون کینتین، متیل جاسمونات و ایندول ۳ بوتیریک اسید با غلظت‌های ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ ppm در گیاه گیشنیز با استفاده از روش اسپری می‌باشد که در ساعات و روز مشخص روی اندام هوایی گیاه اسپری شد این تیمار به مدت ۴ روز انجام شد سپس گیاه تیمار شده جمع آوری و در جریان هوا خشک قرار دادیم. ابتدا گیاه خشک شده را وزن و به صورت جداگانه با دستگاه کلونجر اسانس گیری نموده برای شناسایی و بررسی ترکیبات به دستگاه GC/MS تزریق شد. سپس توسط کوره گیاه خشک شده سوزانده شده و با استفاده از دستگاه ICP به بررسی فلزات سنگین موجود در گیاه گیشنیز می‌پردازیم. بر اساس نتایج حاصل از دستگاه GC/MS مواد آلی موجود در ترکیبات گیاه گیشنیز شناسایی شده است از جمله ترکیبات آلی مانند Carene، Camphene، Fenchene، Thujone که جزء اصلی متابولیت‌های ثانویه در گیاهان هستند در گیاه گیشنیز به مقدار زیادی یافت شد که برای استفاده در شرکت‌های دارویی و بهداشتی این ترکیبات حائز اهمیت است. همچنین نتایج حاصل از دستگاه ICP جذب فلزاتی از جمله Cd (کادمیوم) و AS (آرسنیک) صورت گرفت که از این امر تیمار می‌توان در پاکسازی محیط زیست هم استفاده نمود.

کلمات کلیدی: گیاه، گیشنیز هورمون‌های کینتین، متیل جاسمونات، ایندول ۳ بوتیریک اسید

Investigating the compounds in cilantro before and after treatment with kinetin hormones, Methyl jasmonate, indole-3 butyric acid

Pariya Pevmandar¹

1- Pariya Peymandar Department of medicinal chemistry Islamic Azad university central Tehran Branch. Email: pariya.peymandar@gmail.com

Abstract

The main goal of this research is to investigate the concentrations of quintine hormone, methyl jasmonate and indole-3 butyric acid with concentrations of ۲۵, ۵۰, ۱۰۰ ppm in coriander plants using the spray method, which was sprayed on the aerial parts of the plant at certain hours and days. This treatment lasted for It was done for ۴ days, then we collected the treated plant and put it in dry air flow. First, the dried plant was weighed and essential oil was extracted separately with a Clonger machine and injected into the GC/MS machine to identify and check the compounds. The dried plant is burned in the furnace and we will examine the heavy metals in the coriander plant using the ICP device. Based on the results of the GC/MS device, organic substances in the compounds of the coriander plant have been identified, including organic compounds such as Carene, Camphene, Fenchene, Thujone, which are the main components of secondary metabolites in plants. It is important to use these compounds in pharmaceutical and health companies. Also, the results obtained from the ICP device showed the absorption of metals such as Cd (cadmium) and AS (arsenic), which can be used in cleaning the environment.

Keywords: cilantro, kinetin hormones, methyl jasmonate, Indole-3 butyric acid

۱- مقدمه

روش محاسبه محلول سازی

ابتدا یک محلول مادر ساختیم به این صورت که یک ppm از هورمون مورد نظر را در بالن ۱۰۰۰ میلی لیتری ریخته و آن را به حجم رساندیم سپس طبق فرمول زیر محلول های ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر از روی محلول مادر ساختیم.

تیمار هورمونی گیاه گشنیز

بعد از محلول سازی محلول ها را به داخل اسپری هایی که هر یک علامت گذاری شده است افزودیم (اسپری ها در مکانی تاریک و خنک نگهداری شود) سپس اسپری بر روی اندام هوایی گیاه دارویی قبل از طلوع خورشید (تا از تخیر شدن هورمون های اسپری زده جلوگیری شود) شروع کردیم. فرآیند هورمون تراپی را طی دو هفته و هر هفته دو مرتبه انجام دادیم تا این فرآیند کامل شود.

مراحل چیدن گیاه و خشک نمودن آن ها

چهار روز بعد از آخرین تیمار شروع به برداشت گیاه نموده و به مدت ۲۰ روز در دمای اتاق، سایه و محیط بدون گرد و غبار بروی کاغذ صافی خشکانده شدند. نوع هر نمونه طبق لیبل هایی که زده بودیم در کنار آن مشخص گردید تا از بروز خطا در تشخیص نمونه ها جلوگیری شود. نمونه های خشک شده را در کیسه های نایلونی قرار داده و بر روی هر کدام بر چسبی که نشان دهنده نوع نمونه بوده است چسباندیم و در مکانی تاریک و خشک تا زمان اسانس گیری نگهداری نمودیم.

مراحل اسانس گیری

روند کار با کلونجر

عمل اسانس گیری بصورت روش تقطیر و با استفاده از دستگاه کلونجر انجام می شود. حدود ۵۰ گرم از نمونه های گیاهی مان را درون بالن ۲۰۰۰ میلی لیتر ریختیم سپس بالن را با آب مقطر به حجم رساندیم و روی شوف بالن (گرم کن الکتریکی) گذاشته و توسط گیره به دستگاه متصل کردیم تا تکان نخورد. قسمتی از کلونجر که محل جمع آوری اسانس است از بیرون با فویل پوشاندیم تا از تماس نور به اسانس جلوگیری شود سپس آب را از لوله پایینی توسط شلنگ مخصوص وارد دستگاه و کندانسور کرده و آب از لوله بالایی خارج می شود. مقداری آب داخل تشت ریخته به اندازه ای که پمپ عملیات مکش را به خوبی انجام دهد لازم به ذکر است که مقداری یخ در تشت آب قرار می دهیم زیرا هر اندازه آب خنک باشد اسانس گیری بهتر و سریع تر انجام می پذیرد. سرانجام سیستم گرمایی را روشن گردید و عمل حرارت دادن به مدت ۲ الی ۳ ساعت انجام گرفت. با گذشت زمان و ادامه فرآیند تقطیر مقدار اسانس در فاز آلی بر روی آب افزایش یافت در شکل ۳-۲۹ شکلی از استخراج اسانس توسط کلونجر مشاهده می شود. سپس اسانس ها را داخل ویال های کوچک تیره جمع آوری کرده و پارافیلیم را روی در پوش گذاشته و در نهایت با فویل می پوشانیم، بر چسب هر نمونه ها را زده و به یخچال منتقل گردیدند تا زمان آنالیز درون یخچال و در دمای حدود ۴ درجه سانتی گراد نگه داری می شوند.

تزریق به دستگاه GC-MS

اسانس ها پس از آماده سازی به دستگاه GC-MS تزریق گردید تا مورد آنالیز قرار گرفته و ترکیبات آلی آن ها شناسایی و مقدار کمی آن ها مشخص

از دیر باز استفاده از گیاهان برای معالجه بیماری شایع بوده است. گیاهان دارویی گیاهانی هستند که یک یا برخی از اندام های آن ها حاوی مواد موثره است. این ماده که کمتر از ۱ وزن خشک گیاه را تشکیل میدهد. دارای خواص دارویی موثر بر روی موجودات زنده است (۱). از تحقیقات دارویی صدها ترکیب مفید بدست آمده است که شامل داروهای رایج اسپرین، دیگو کسین، کینتین و تریاک است ترکیبات موجود در گیاهان انواع مختلفی دارند. اما اکثر آن ها دارای چهار کلاس اصلی بیوشیمیایی قرار میگیرند شامل آلکوئیدها، گلیکوزیدها، پلی فنول ها و تریپن ها هستند (۲). اسانس دانه و گیاه گشنیز بخاطر ترکیبات شیمیایی و فعالیت های بیولوژیکی، از جمله فعالیت های ضد میکروبی، آنتی اکسیدانی، کاهش قند خون، ضد اضطراب و غیره حائز اهمیت است که بر آن شدیم تا تاثیر هورمون های گیاهی را بر میزان ترکیبات درصد اجزاء اسانس گیاه گشنیز مورد بررسی قرار دهیم (۳). پس از تهیه گیاه مورد نظر و محلول های هورمون های فوق الذکر با سه غلظت معین برای هر یک از هورمون ها، اسپری برگی این هورمون ها به همراه آب مقطر به عنوان نمونه شاهد در مدت زمان معین انجام میشود. پس از اعمال تیمار ها، نمونه ها (گیاه گشنیز) را برداشت کرده و در دمای اتاق و در سایه خشک می کنیم. سپس با استفاده از دستگاه کلونجر اسانس نمونه ها را بدست می آوریم و توسط دستگاه GC-MS اجزاء آن ها را شناسایی و ترکیب درصد آن ها اندازه گیری می شود (۴-۶). که با مقایسه و تفسیر طیف های بدست آمده برای مقادیر مختلف غلظت های هورمون ها با نمونه شاهد به بیان افزایش و یا کاهش مواد آلی مورد نظر موجود در اندام گیاهی می پردازیم. یکی از روش هایی تشخیص نهایی ساختمان اجزای تشکیل دهنده اسانس علاوه بر طیف جرمی استفاده از شاخص بازداری کواتس است. که محاسبه شاخص بازداری کواتس نمونه ها و مقایسه اندیس کواتس طیف های بدست آمده را با هم مقایسه و مورد بررسی قرار می دهیم (۷). در مرحله بعدی نمونه های خشک شده به شناسایی میزان جذب فلزات سنگین گیاه گشنیز توسط دستگاه اسپکترومتری نشری پلاسمای جفت شده القایی ICP فلزات موجود در نمونه شاهد را به عنوان طیف پایه در نظر می گیریم و به واسطه آن افزایش و کاهش فلزات سنگین را بررسی می نماییم.

روش تحقیق

کشت گیاه گشنیز

در کشت بهاره زمان مناسب کشت گیاه گشنیز می باشد در اوایل بهار (فروردین) و هنگامی که درجه حرارت خاک به ۷ تا ۸ درجه سانتی گراد رسید گیاه گشنیز را جهت تیمار هورمونی با بوته های یکنواخت از نظر ظاهر مورد آزمایش قرار دادیم. (کشت در شرایط یکسان مزرعه ای). تقریباً حدود یکماه زمان لازم است تا مراحل رشد گیاه انجام شود و گل دهی گیاه مشاهده شود تا کار تیمار هورمونی گیاه را آغاز کنیم.

محلول سازی هورمون ها

یک هفته قبل از شروع گل دهی محلول سازی هورمون ها را با هورمون های کینتین، متیل جاسمونات و ایندول ۳ بوتیریک اسید آغاز کردیم. برای این کار از هر هورمون یک محلول میلی گرم بر لیتر ۲۵، ۵۰ میلی گرم بر لیتر، ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر ساختیم.

۲- نتیجه گیری

نتایج حاصل از GC-MS در هورمون تراپی متیل جاسمونات بیشترین تغییرات مربوط به غلظت ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر می باشد در این غلظت اگر چه کاهش مواد تولیدی دیده می شود اما ترکیبات آلی بیشتری تولید شده و فقط دو ترکیب β -cubebene, phytol حذف شده اند. در غلظت ۵۰ میلی گرم بر لیتر حذف ترکیبات آلی بسیاری دیده می شود. در غلظت ۲۵ میلی گرم بر لیتر افزایش درصد ترکیبات آلی دیده می شود. در هورمون تراپی با هورمون کینتین در غلظت ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر افزایش غلظت ترکیبات آلی دیده می شود تنها ترکیب آلی Eugenol حذف شده در غلظت ۵۰ میلی گرم بر لیتر α -pinene و β -cubebene حذف شده اند، بقیه ترکیبات هر چند با درصد پایین ولی تولید شده اند. در غلظت ۲۵ میلی گرم بر لیتر فقط sabinene تولید شده بسیاری از ترکیبات آلی در این غلظت حذف شده اند.

در هورمون تراپی با هورمون ایندول ۳ بوتیریک اسید در غلظت ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر افزایش درصد ترکیبات دیده می شود در غلظت ۲۵ میلی گرم بر لیتر کاهش درصد ترکیبات و در غلظت ۵۰ میلی گرم بر لیتر حذف درصد ترکیبات دیده می شود. به طور کلی

- ترکیبات آلی α -thujone, Ocimene, 2-Buten-2-one و camphene در تمام غلظت های هورمون ها دیده می شوند

- α -fenchene ترکیب فقط در ۵۰ میلی گرم بر لیتر هورمون متیل جاسمونات تشکیل نشده است.

- ترکیب آلی sabinene فقط در ۵۰ میلی گرم بر لیتر و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر هورمون متیل جاسمونات و ۲۵ میلی گرم بر لیتر هورمون کینتین تشکیل شده است.

- ترکیب آلی β -pinene فقط در ۲۵ میلی گرم بر لیتر و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر هورمون متیل جاسمونات تشکیل شده است

- ترکیبات آلی linalool و Ocimene oxide و fragranol فقط در ۲۵ میلی گرم بر لیتر کینتین حذف شده است.

- ترکیبات آلی Fenchol endo و Tau-cadinol در تمام غلظت های هورمون ها تشکیل شده است.

- ترکیبات آلی β -thujone و copaene در غلظت ۲۵ میلی گرم بر لیتر هورمون ایندول ۳ بوتیریک اسید حذف شده است.

- ترکیب آلی Caryo phyllene فقط در غلظت ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر هورمون ایندول ۳ بوتیریک اسید حذف شده است.

که می توان نتیجه گرفت در گیاه گشنیز هر سه هورمون در غلظت های ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر بهترین داده ها را داشته اند پس با افزایش غلظت می توانیم بهترین هورمون تراپی را داشته باشیم. همچنین تعداد ترکیبات آلی تولید شده در هورمون تراپی با متیل جاسمونات بیشتر از کینتین و بیشتر از ایندول ۳ بوتیریک اسید می باشد.

نتایج حاصل از ICP با توجه به جدول (۱) هورمون های متیل جاسمونات، کینتین و ایندول ۳ بوتیریک اسید باعث افزایش عناصر Cd و Mg شده اند. هورمون ایندول ۳ بوتیریک اسید ۲۵ میلی گرم بر لیتر، ۵۰ میلی گرم بر لیتر و ۵۰ میلی گرم بر لیتر متیل جاسمونات باعث حذف k شده اند و کاهش درصد عنصر دیده نمی شود. عنصر Mn در تمامی هورمون ها کاهش پیدا کرده به جز هورمون ۲۵ میلی گرم بر لیتر و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر هورمون متیل جاسمونات. عنصر As در غلظت هورمون های ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر و ۵۰ میلی گرم بر لیتر کینتین افزایش پیدا کرده است. عنصر Ca

شود. شناسایی نهایی ترکیبات با استفاده از پارامترهای مختلف مانند اطلاعات موجود در کتابخانه رایانه دستگاه GC-MS شاخص بازاری KI، مقایسه آن ها با ترکیبات استاندارد و ثابت اندیس کوتاس موجود در منابع و کتب مرجع صورت می پذیرد. نام دستگاه GC-MS ما در این پژوهش Agilent technologies 7890 B با ستونی به طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵۳ میلی متر و ضخامت لایه ۰/۲۵ میکرومتر از نوع HP-5MS بود.

مراحل هضم برای دستگاه ICP

این روش طیف سنجی پلاسما کویل شده القایی از جمله بهترین روش های طیف سنجی برای تعیین نوع و غلظت عناصر مختلف است. در این روش فلزاتی از جمله کادمیم، کروم، کبالت، نیکل، روی، آهن، جیوه، سرب و غیره مناسب است. از گاز آرگون برای تولید پلاسما و یونیزاسیون عناصر استفاده می شود یک گرم نمونه خشک پودر شده را درون کروزه هایی که علامت گذاری شده مانند شکل (۳-۳۰) ریخته و سپس به درون کوره به مدت زمانی ۳ ساعت و در دمای بین (۲۰۰-۳۸۵) درجه سانتی گراد انتقال می دهیم. پس از آن نمونه های خاکستر شده که به رنگ سفید در آمده اند (خاکستر سفید نشانگر از بین رفتن مواد آلی موجود در نمونه است) توسط گیره از کوره خارج نمودیم و پس از سرد شدن درون بشر توزیع و به آن ۵ میلی لیتر نیتریک اسید غلیظ و ۱۵ میلی لیتر هیدروکلریک اسید غلیظ اضافه کردیم سپس به مدت ۱۰ دقیقه نمونه ها را بر روی شوف بالن اندکی حرارت داده تا مواد معدنی موجود در خاکستر به خوبی در اسید حل شود این عملیات تا زمان هضم کامل شدن مواد و تبدیل به مایعی شفاف ادامه می دهیم. پس از خنک شدن مخلوط ارن های که از قبل برچسب زده شده را برداشته و روی آن قیف حاوی کاغذ صافی گذاشته و محلول را داخل آن می ریزیم. در ادامه ۵ سی سی از محلول را با پیپت حبابدار برداشته و به بالن ژوژه ۵۰ سی سی منتقل کرده و با آب مقطر تا خط نشان به حجم می رسانیم. در انتها یک محلول بلانک به حجم ۵۰ سی سی نیز ساخته (برای این کار این بار ۵ سی سی از مخلوط غلیظ از دو اسید غلیظ را با پیپت برداشته و به حجم می رسانیم) سپس هر یازده بالن ژوژه تهیه شده را برای آنالیز به دستگاه ICP تزریق می کنیم و با این کار می توان ترکیبات معدنی را از لحاظ کیفی و کمی شناسایی نماییم.

نتایج

هدف انجام این پروژه، بررسی اثر هورمون های ایندول ۳ بوتیریک اسید، متیل جاسمونات و کینتین در غلظت های مذکور بر اندام های هوایی گیاه گشنیز می باشد که گیاه گشنیز هورمون تراپی شده را پس از سوزاندن در کوره و انجام فرایند هضم توسط اسید های غلیظ گفته شده به محلول شفاف در آورده و برای اندازه گیری فلزات سنگین و آنالیز آن با حساسیت بالا و دقیق در حد میلی گرم بر لیتر به دستگاه طیف سنج پلاسما جفت شده القایی یا همان ICP انتقال داده شد.

جدول (۱) عناصر سنگین

رنگ صورتی: نمونه شاهد و مقادیر برابر با نمونه شاهد.
رنگ زرد: مقادیر کم تر از نمونه شاهد
رنگ سبز: مقادیر بیشتر از نمونه.

12. Van Etten H, Temporini E, Wasmann C, 2001. Phytoalexin (and phytoanticipin) tolerance as a virulence trait: why is it not required by all pathogens? *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 59: 83-93.
 13. Ramawat KG Merillon JM.1999. *Biotechnology; Secondary Metabolites*. Scien Publisher, NH, USA Page 21-25
 14. Gershenzon J, Croteau R, 1991. Terpenoids. In *Herbivores their interaction with secondary plant metabolites*, Vol I: The chemical participants, 2nd ed. G.A. Rosenthal and M.R. Berenbaum, eds, Academic press, San Diego, pp: 165-219.
 15. Ogbemudia, F. O. and Thompson, E. O.2014. Variation in Plants Secondary Metabolites and Potential Ecological Roles - A Review. *International Journal of Modern Biology and Medicine*5(3): 111-130.
- فقط در هورمون ایندول ۳ بوتیریک اسید در غلظت های ۲۵ میلی گرم بر لیتر ، ۵۰ میلی گرم بر لیتر بوده است. در عنصر Al هورمون ایندول ۳ بوتیریک اسید در غلظت های ۵۰ میلی گرم بر لیتر و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر در هورمون کینتین به غلظت ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر و ۵۰ میلی گرم بر لیتر متیل جاسمونات کاهش پیدا کرده است . عنصر Co در هورمون های ۵۰ میلی گرم بر لیتر کینتین و ۲۵ میلی گرم بر لیتر و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر جاسمونات کاهش پیدا کرده است . عنصر Fe در سه غلظت هورمون ایندول ۳ بوتیریک اسید کاهش پیدا کرده است .در عنصر Li در تمامی هورمون ها کاهش پیدا کرده به جز ۲۵ میلی گرم بر لیتر و ۵۰ میلی گرم بر لیتر کینتین و ۵۰ میلی گرم بر لیتر جاسمونات . عنصر Pb در تمامی هورمون ها افزایش پیدا کرده به جز ۵۰ میلی گرم بر لیتر و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر هورمون ایندول ۳ بوتیریک اسید. به طور کلی می توان نتیجه گرفت عناصر در غلظت های ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر درصد آن ها کاهش یافته است.

مراجع

1. Shigenaga AM, Argueso CT (August 2016). "No hormone to rule them all: Interactions of plant hormones during the responses of plants to pathogens". *Seminars in Cell & Developmental Biology*. 56: 174–189. doi:10.1016/j.semcdb.2016.06.005. PMID 2731208 2.
2. Bürger M, Chory J (August 2019). "Stressed Out About Hormones: How Plants Orchestrate Immunity". *Cell Host & Microbe*. 26 (2): 163–172. doi:10.1016/j.chom.2019.07.006. PMC 7228804. PMID 31415749.
3. Pierre-Jerome E, Drapek C, Benfey PN (October 2018). "Regulation of Division and Differentiation of Plant Stem Cells". *Annual Review of Cell and Developmental Biology*. 34: 289–310. doi:10.1146/annurev-cellbio-100617-062459. PMC 6556207. PMID 30134119.
4. Osborne DJ, McManus MT (2005). *Hormones, signals and target cells in plant development*. Cambridge University Press. p. 158. ISBN 978-0-521-33076-3.
5. Auxin in Root Development Roychoudhry, S. Kepinski, S. *Computational Models of Auxin-Driven Patterning in Shoots*
6. [12] Auxin Transporters--A Biochemical View
7. Chen H., Jones A., Howe G. Constitutive activation of the jasmonate signaling pathway enhances the production of secondary metabolites in tomato. *FEBS Lett*. 2006;580:2540-2546. doi: 10.1016/j.febslet.2006.03.070. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
8. Chandra S. Effects of leaf age on transpiration and energy exchange of *Ficus glomerata*, a multipurpose tree species of central Himalayas. *Physiol. Mol. Biol. Plants*. 2003;9:255–260. [Google Scholar]
9. Ueda J., Saniewski J. Methyl jasmonate-induced stimulation of chlorophyll formation in the basal part of tulip bulbs kept under natural light conditions. *J. Fruit Ornament. Plant Res*. 2006;14:199–210. [Google Scholar]
10. Creative Common's Attribution-NonCommercial 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>) https://www.drugbank.ca/legal/terms_of_use
11. <https://dtp.cancer.gov/dtpstandard/servlet/dwindex?searchtype=NSC&outputformat=html&searchlist=2311>

ردیف	نام عنصر	شاخص	هورمون تیروئید ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر	هورمون تیروئید ۵۰ میلی گرم بر لیتر	هورمون تیروئید ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر	هورمون کیتینین ۵۰ میلی گرم بر لیتر	هورمون کیتینین ۲۵ میلی گرم بر لیتر	هورمون ایندول ۳ پپتید اسیدامینو ۳ میلی	هورمون ایندول ۳ پپتید اسید ۵۰ میلی	هورمون ایندول ۳ پپتید اسیدامینو ۳ میلی
۱	AL	۰.۰۴۲ ۱	۰.۰۵۳۹	۰.۰۱۷۲	۰.۰۶۱۶	۰.۰۲۷۹	۰.۰۷۵۳	۰.۰۹۵۵	۰.۰۲۰۶	۰.۰۱۷۴
۲	As	۰.۰۳۲ ۷	۰.۰۱۱۱	۰.۰۲۹۲	۰.۰۱۶۳	۰.۰۲۱۵	۰.۰۴۸۶	۰.۰۲۴۱	۰.۰۳۷۸	۰.۰۳۱۹
۳	Ca	۰.۴۰	۱.۳۳۳	۱.۲۲	۰.۴۸۲	۰.۷۲۶	۰.۴۵۵	۱.۴۵	۰.۱۴۸	۰.۶۳
۴	Cd	۰.۰۰۰ ۱	۰.۰۰۵	۰.۰۰۰۳	۰.۰۰۰۶	۰.۰۰۰۵	۰.۰۰۰۵	۰.۰۰۰۳	۰.۰۰۰۴	۰.۰۰۰۴
۵	Co	۰.۰۰۰ ۵	۰.۰۰۰۴	۰.۰۰۰۶	۰.۰۰۰۴	۰.۰۰۱۹	۰.۰۰۰۴	۰.۰۰۰۷	۰.۰۰۰۶	۰.۰۰۱۴
۶	Cu	۰.۰۰۱ ۳	۰.۰۰۰۱	۰.۰۰۱۷	۰.۰۰۱۶	۰.۰۰۰۵	۰.۰۰۰۴	۰.۰۰۲۵	۰.۰۰۰۴	۰.۰۰۰۸
۷	Fe	۰.۰۱۶ ۲	۰.۰۱۷۶	۰.۰۱۳	۰.۰۱۸۲	۰.۰۰۶۷	۰.۰۳۷۲	۰.۰۳۹۴	۰.۰۱۵۹	۰.۰۰۲۴
۸	K	-	۶.۳۱	-	۳.۹۰	۴.۸۶	۵.۵۵	۱۷.۲۶	۰.۶۲	-
۹	Li	۰.۰۰۰ ۶	۰.۰۰۰۴	۰.۰۰۰۲	۰.۰۰۰۴	۰.۰۰۰۲	۰.۰۰۰۷	۰.۰۰۰۹	۰.۰۰۰۵	۰.۰۰۰۱
۱۰	Mg	۰.۱۳۹	۰.۷۶۴	۰.۴۷۱	۰.۴۲۷	۰.۳۳۳	۰.۳۴۸	۰.۵۶۷	۰.۱۵۳	۰.۵۸۱
۱۱	Mn	۰.۰۰۳ ۱	۰.۰۰۳۷	۰.۰۰۱۷	۰.۰۰۳۶	۰.۰۰۱۳	۰.۰۰۵۴	۰.۰۰۵۴	۰.۰۰۲۳	۰.۰۰۱۲
۱۲	Na	۱.۱۸	۱.۱۹۷	۰.۷۰۱	۰.۸۹۵	۰.۲۵۳	۰.۴۷۴	۲.۰۴۴	۰.۸۶۹	۱.۹۷
۱۳	Ni	۰.۰۰۱	۰.۰۰۰۴	۰.۰۰۰۷	۰.۰۰۱۷	۰.۰۰۰۷	۰.۰۰۰۵	۰.۰۰۲۴	۰.۰۰۰۹	۰.۰۰۰۶
۱۴	Pb	۰.۱۶	۰.۷۹۹	۰.۸۱۲	۰.۲۳۴	۰.۵۰	۰.۴۵۳	۱.۲۲۴	۰.۱۴۵	۰.۱۳
۱۵	Se	۰.۰۲۱	۰.۰۵۲۷	۰.۰۱۱۲	۰.۰۳۷۴	۰.۰۶۷۲	۰.۰۱۰۸	۰.۰۴۴۴	۰.۰۴۵۶	۰.۰۷۹۳
۱۶	Zn	۰.۰۰۱ ۷	۰.۰۰۱۳	۰.۰۰۰۲	۰.۰۰۰۳۲	۰.۰۰۰۲	۰.۰۰۲۴	۰.۰۱۶۵	۰.۰۰۲۱	۰.۰۰۴۵

جدول ۱-۱